

Pilotstudie: Duration av belastnings- och svävningsfas i trav på volt jämfört med rakt spår med respektive utan ryttare samt med hästen i olika huvudpositioner

Pilot study: Duration of the stance- and swing phases at trot on a circle compared to on a straight line with and without rider as well as with the horse in different head and neck positions

Tove Månsson



Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

Examensarbete 30 hp

Uppsala 2020

Pilotstudie: Duration av hovarnas belastnings- och svävningsfas i trav på volt jämfört med rakt spår med respektive utan ryttare samt med hästen i olika huvudpositioner

Tove Månsson

Handledare: Lars Roepstorff, SLU, Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

Btr handledare: Agneta Egenvall, SLU, Institutionen för kliniska vetenskaper

Examinator: Marie Rhodin, SLU, Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: A2E

Kurstitel: Examensarbete i husdjursvetenskap

Kurskod: EX0560

Program: Husdjur

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2020

Omslagsbild: Tove Månsson

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Trav, hálta, hovförflyttning, ridning

Keywords: Trot, lameness, hoof movement, riding

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

<https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Innehållsförteckning

Summary	1
Sammanfattning	2
Bakgrund	3
Introduktion.....	4
Trav.....	4
Ridning och träning	4
Olika typer av hältor	5
Longering och volt.....	6
Hastighet.....	6
Understödkvot.....	6
Huvud- och halsposition (HNP).....	7
Accelerometerteknik och lameness locator (LL)	8
Syfte	9
Material och metod	9
Hästar, ryttare och etiskt tillstånd	9
Studiens genomförande.....	10
Accelerometrar	12
Systembeskrivning av Lameness Locator (LL)	12
Urval av data.....	13
Analys av data.....	13
Gradering av durationen av understödsfas och svävningsfas.....	13
Resultat.....	14
Hastighet.....	14
Lameness Locator	15
Duration av understödsfas	16
Duration av svävningsfas.....	18
Diskussion.....	22
Slutsats	25
Litteraturförteckning	26
Internet.....	28
Figurer	30

Summary

Lameness is a common health issue for sports horses. The horse is an athlete that often suffers from injuries in the locomotor apparatus. Such injuries are not only expensive but also have a negative effect on the welfare of the horses. The trot is a two-beat gait where the diagonal limbs move in unison. The trot stride can be divided into separate phases: the loading phase, the stance phase, the protraction phase and the swing phase. The objective of this study was to examine the duration of stance- and swing phases at the trot on a circle, compared to on a straight line, with and without rider, as well as with the horse in different head and neck positions. In this study we examined four warmblood horses ridden by their normal rider. The measurements were done with and without rider, on straight line and circles as well as in several different head and neck positions. Accelerometers were used to examine hoof movements. The Lameness locator was used to examine gait asymmetry. There were no significant differences in duration of swing or stance phases comparing over head and neck positions. There was no significant difference regarding duty factor with or without rider. There were few horses in this study and all of them showed asymmetric movements in more than one examination. The speed may affect the horse's locomotion pattern and the speed was also different with or without rider. The horses were also trained differently which may have affected their locomotion pattern. The design and the results from this study can be used to set up future studies more optimally since multiple different measurement techniques were tested.

Sammanfattning

Hälta är ett stort problem hos sporthästar. Hästen är en atlet som ofta lider av skador i rörelseapparaten. Skador hos hästarna är inte bara kostsamt utan påverkar även djurvälståndet negativt. Trav är en tvåtaktig symmetrisk gångart där de diagonala benparen rör sig synkroniserat. Traven kan delas in i olika faser: isättningsfasen, belastningsfasen, överrullningsfasen och svävningsfasen. Denna studie hade som syfte att studera durationen av hovarnas belastnings- och svävningsfas i trav på volt jämfört med rakt spår med respektive utan ryttare samt med hästen i olika huvudpositioner. I studien deltog fyra stycken varmblodshästar, ridna av sina ordinarie ryttare. Mätningar gjordes med och utan ryttare, på rakt spår och på volt och i flera olika huvud- och halspositioner. För att mäta hovförflyttningen användes accelerometrar. Lameness locator användes för att kontrollera asymmetri i rörelsemönstret. Det gick ej att påvisa någon signifikant skillnad i resultaten avseende duration av svävning- och understödsfas mellan olika huvudpositioner. Det kunde heller inte ses någon skillnad med eller utan ryttare med avseende på understödskvot. Det var få hästar med i denna studie och samtliga hästar uppvisade asymmetri i fler än en mätning med Lamness locator. Hastigheten påverkar rörelsemönstret och den skiljde sig något åt med och utan ryttare. Hästarna är också utsatta för olika typer av träning vilket resulterar i olika respons i rörelseapparaten. Denna studie kan användas för att utforma framtida studier på ett optimalt sätt då flera olika metoder testats.

Bakgrund

Hästar har sedan många århundraden varit viktiga för människan, främst som transportmedel i krigsmakten och inom jordbruket. I dagens samhälle har hästen flera betydelser, inte bara som rid- och körhäst, utan även för att hålla landskapet öppet och som en viktig inkomstkälla för lantbruket (Elsa Bexelius, 2003). Sedan mitten av 1950-talet har hästägaren utvecklats från att vara övervägande producent till att vara övervägande konsument. Hästägare och deras hästar konsumerar foder, betesmark, uppställning, utrustning och olika typer av tjänster (Johansson *et al.*, 2004). Enligt Jordbruksverket (2016) uppskattades antalet hästar år 2016 vara 355 500 i Sverige. I genomsnitt finns det 36 hästar per 1 000 invånare i Sverige.

Hästnäringen omsätter ca 20 miljarder SEK årligen och alstrar upp till ytterligare 26 miljarder SEK i samhällelig omsättning. Spel på hästar står för ungefär hälften av de 20 miljarder hästnäringen omsätter men en del av det som spelet omsätter återförs tillbaka till sporten. Av de 20 miljarderna är 2,6 miljarder pengar till lantbruket, då främst foder. Hästnäringen skapar också totalt 10 000 heltidstjänster i Sverige och utöver detta alstras ett stort antal obetalda arbetstimmar och ett ideellt engagemang som motsvarar ytterligare tiotusentals arbetstillfällen (Johansson *et al.*, 2004).

Enligt Ridsportförbundet hade man 153 400 medlemmar år 2016. Ridning är den sjätte största sporten i Sverige totalt sett till antal aktiva inom en idrott. Ridning är även den näst största ungdomsidrotten (7-25 år) och den största handikappidrotten med 4 000 aktiva ryttare (Ridsportförbundet 2017).

Hälta är ett stort problem hos sporthästar. Sammanslutningen 'the American Association of Equine Practitioners' (1991) har definierat hälta som "en avvikelse från normal gång eller hållning på grund av smärta eller mekanisk dysfunktion". Ross (2003) definierar hälta som "oförmåga till normal Bakgrundrörelseförmåga, avvikelse från det normala rörelsemönstret". Begreppet hälta kan jämföras med begreppet rörelseasymmetri, som även innefattar asymmetrier i hästens rörelsemönster som inte kan visas vara smärtutlösta. Hästen är en atlet som ofta lider av skador i rörelseapparaten på grund av människans påverkan (Hinchcliff & Geor, 2008). Skador hos hästarna är inte bara kostsamt utan påverkar även djurvälståndet negativt. Enligt Sandgren & Linde Sandgren (2008) är hälta den vanligaste orsaken till uppehåll i hästars träning och tävling. Det är också huvudorsaken till att tränande hästar måste avsluta sina karriärer (Egenvall *et al.*, 2006). Även i Michigan fann man att hälta var den orsak som hade det högsta årliga antalet drabbade och i denna studie drabbade det även hästarna under näst längst tid. Detta bidrog till en mer försämrad prestation jämfört med andra sjukdomar (Kaneene *et al.*, 1997). I Sverige har en studie av Penell *et al.*, (2005) gjorts om morbiditeten hos svenska hästar. De fann att den vanligaste diagnosen var kotledsartrit, sedan kom hälta av okänd orsak följt av andra problem relaterade till rörelseapparaten. Skador på muskel- och skelettsystemet är även den vanligaste orsaken till utslagning hos den varmblodiga hästen (Wallin *et al.*, 2000). Hälta är ett stort problem hos sporthästar vilket motiverar fortsatta undersökningar av gångartsmekanismer.

Introduktion

Trav, ridning och träning

Trav är en tvåtaktig symmetrisk gångart där de diagonala benparen rör sig synkroniserat. Benförflyttningen är i princip densamma på ena sidan och ett halvt steg senare repeteras mönstret likadant av det andra benparet (Leach *et al.*, 1984). Steglängden varierar beroende på om hästen går i samlad trav, arbetstrav eller ökad trav och för en varmblodig ridhäst varierar steglängden från 2-2,5 m i samlad trav upp till 3,55-4 m i ökad trav (Attrell *et al.*, 1994; Clayton, 1994). Clayton (1994) påvisade i en studie med sex dressyrhästar, ett signifikant minskat antal steg på samma sträcka, det vill säga ökad steglängd, när hastigheten ökades från samlad till ökad trav.

Trav kan delas in i flera olika faser:

I *isättningsfasen* får hoven kontakt med marken. Isättningsfasen initialiserar *belastningsfasen*. Under belastningsfasen belastas benet med tyngden från kroppen. Hästens tyngdpunkt förflyttar sig då över hoven. Vid den högsta belastningen är kotleden maximalt sträckt och kotan är i sin lägsta punkt och metacarpus är i vertikal position. För bakbenet gäller att hoven är nedsatt vertikalt om höftleden. Kotleden rätas sedan upp i senare delen av belastningsfasen. Hästens tyngdpunkt flyttas över hoven, kotleden börjar röra sig uppåt och det sista som händer i belastningsfasen är att benets lyfts från marken. Då börjar *överrullningsfasen*, som börjar med att hoven lämnar marken, först trakterna och sist tån. Sista fasen är *svävningsfasen*. Benet är i luften och förs framåt och sträcks ut samt förbereds för nästa isättningsfas (Drevemo *et al.*, 1980; Stashak, 2002).

Fédération Equestre Internationale (FEI) är det internationella organet för alla olympiska hästsport discipliner. FEI beskriver att ett av syftena med dressyr är att förflytta tyngdpunkten för häst-ryttare kombinationen mer kaudalt, genom att öka vinklingen och belastningen av bakbenen. Detta anses ge ett luftigare och bärigare framparti, med en känsla av uppförsbacke (FEI).

Ryttaren är en av de främsta faktorerna som påverkar hästens rörelse i arbete under ryttare. Forskare menar att hand, skänkel och bäckenet har en viktig roll i kommunikationen med hästen (Münz *et al.*, 2014). I en studie gjord i Holland (Back *et al.*, 1995) tränades 12 två-och-halvt-åriga holländska varmblod i 70 dagar. De tränades i både hoppning och dressyr. En lika stor referenspopulation gick på bete motsvarande tid. De jämförde hästarna när de travade på löpband innan och efter de 70 dagarna hästarna varit i träning respektive på bete. De kom bland annat fram till att bakbenen var snabbare och hade mer frånskjut med mindre vinkling av bakbenen efter träningen. De tränade hästarna såg också ut att förskjutit sin vikt från frambenen mer till bakbenen då kotleden var mer sträckt i bakbenen. I gruppen med hästar som gått på bete och ej tränats kunde ökad sträckning av carpalleden ses och frambenets kotled. Deras slutsats var att hästar visar olika respons i deras rörelseapparat beroende på vilken typ av träning hästen utsätts för.

Licka *et al.*, (2004) jämförde i en studie hästars rörelsemönster i trav utan ryttare, då hästarna reds av en erfaren dressyrryttare eller av en oerfaren

ryttare. Tjugo hästar studerades och reflexiva markörer placerades på flera ställen på hästen. Ryttarna vägde lika mycket och satt ner i traven. Medelvärdet för antal hästar som uppvisade frambenshätta skiljde sig inte åt, då hästarna travade utan ryttare, reds av den erfarna dressyrryttaren eller oerfarna ryttaren. Det var dock inte alltid samma häst som uppvisade hätta utan ryttare som under ryttare eller tvärtom. Medelvärdet för hästar som uppvisade bakbenshätta visade sig vara signifikant högre för den erfarna dressyrryttaren jämfört med den oerfarna ryttaren och då hästarna travades för hand. I och med att hästarna uppvisade olika typ av asymmetriskt rörelsemönster beroende på ryttarens erfarenhet och då hästarna travade utan ryttare tyder det på att det är fördelaktigt att undersöka hästen både utan ryttare och under ryttare vid hättundersökning samt ta i viss beaktning ryttarens erfarenhet. Det skulle dock vara av värde att konfirmera deras fynd i fler populationer, över flera dagar i samma population och med flera erfarna och oerfarna ryttare för att öka förståelsen av hur man tolkar fynden.

Olika typer av hättor

Hätta kan delas in i belastningshätta, rörelsehätta och kombinerad hätta (Ross, 2003). En belastningshätta orsakas av smärta som uppkommer under belastning av benet. När hättan påverkar hästens ben under svävningsfasen kallas det för en rörelsehätta, vilken inte nödvändigtvis anses bero på smärta utan förutsätts uppstå pga. en mekanisk begränsning. Många hättor utgörs av en kombination av belastningshätta och rörelsehätta eftersom en häst som har ont vid belastning ofta får ett förändrat rörelsemönster utan belastning. Detta kallas för kombinerad hätta (Ross, 2003). I nuläget används ofta ordet asymmetri för att beskriva rörelsemönstret vid hätta. Ordet asymmetri förutsätter dock inte att smärtan är smärtutlöst eller patologisk. En asymmetri kan tex även bero på hästens inneboende snedhet eller lateralitet (Lucidi *et al.*, 2013).

Kompensatorisk hätta är när hästen under rörelse förändrar sitt rörelsemönster i ett ben pga. smärta vid belastning av ett annat ben. Vid hätta på flera ben samtidigt behövs det oftast avgöras om hättorna är patologiska eller om det existerar en primärhätta som ger en kompensatorisk hätta på andra ben (Ross, 2003). Typiskt för kompensatoriska hättor är att de försvinner när den smärtutlösta hättan blockeras, till exempel genom bedövning. Hos en häst som är både frambenshalt och bakbenshalt på samma sida av kroppen (ipsilateralt) så utgör frambenshättan oftast en kompensatorisk hätta (Keegan, 2011). Det vill säga om man eliminerar bakbenshättan kommer även frambenshättan att försvinna.

Uhler *et al.*, (1997) bekräftade att bakbenshätta ger en falsk kompensatorisk hätta i det ipsilaterala frambenet i en studie, medan en ensidig frambenshätta gav en falsk kompensatorisk hätta i det kontralaterala bakbenet. Kelmer *et al.*, (2005) kom fram till att bakbenshätta ger en markant större kompensatorisk hätta i det ipsilaterala frambenet jämfört med vad en frambenshätta ger i det kontralaterala bakbenet. Man anser också att sekundära patologiska hättor kan uppstå om hästen under en lång tid belastar sina ben asymmetriskt (Ross 2003).

Longering och volt

Rhodin *et al.*, (2016) jämförde hästar i trav på rakt spår med när de longerades. De mätte vertikal rörelse av huvud och bäcken. När friska hästar travar rör de huvudet och bäckenet vertikalt två gånger per stegcykel. Om hästen travar på volt blir rörelsen naturligt asymmetrisk på det böjda spåret. Då efterliknas den rörelse som normalt skulle klassificeras som hälta hos hästen om hästen skulle ses travande i en rak linje. Den vanligaste asymmetriska rörelsen som sågs var en ökad höjning av huvudet när ytterframben trycker från marken och en minskad sänkning av huvudet när innerframben landar. Detta efterliknar en frambens hälta. Den vanligaste asymmetriska rörelsen bak kunde liknas vid en innersidig bakbenshälta.

I en studie gjord 2006 av Clayton och Sha studerade de hur det böjda voltspåret påverkar rörelsen hos en travande häst. De fann att hästar lutar sig inåt när de travar på volt. Clayton och Sha visade också i studien att när friska hästar travar på volt så är amplituden hos rörelsen i huvudet och halsen inte symmetrisk.

Hastighet

Farley *et al.*, gjorde en studie 1993 där de undersökte hur den muskulära rörelseapparaten fungerar i olika hastigheter och hos djur i olika storlekar. De använde sig av en förenklad modell med en fjäder och en massa för att beskriva traven hos olika djur. Fjädringens styvhet i benet är nästan oberoende av hästens hastighet. När hästen travar snabbare, får benet en större vinkel under belastningsfas och massans rörelse i vertikalriktning minskar. En kombination av dessa faktorer av rörelseapparatusfunktion gör att hästen ”studsar” från marken snabbare vid högre fart.

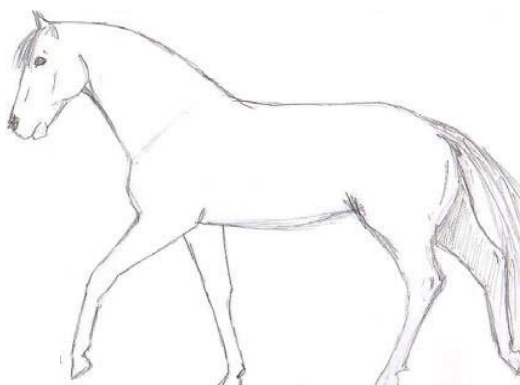
Understödskvot

Understödskvot definierades av Gambaryan (1974) som procenten av den totala stegcykeln som en given hov har markkontakt. Understödskvoten brukar vara densamma för fram och bakben i en konstant hastighet. Understödskvoten är större i lägre hastighet och minskar när hastigheten ökar (Gambaryan, 1974).

I en studie av Dutto *et al.*, (2004) hade de hypotesen att markens reaktionskraft ökade för frambenen men inte för bakbenen när hastigheten i trav ökar. Dutto *et al.*, använde sju hästar i sitt försök. Hästarna fick springa på två olika banor, den första banan var plan och den andra hade en liten uppförslutning. De kom fram till att hästens ben hade minskad kontakt med marken och minskad understödskvot när hastigheten ökade. Hästarna hade längre underlagskontakt med frambenen än bakbenen. När hästarna travade på banan som lutade lite tenderade hästarna ha längre tidskontakt med marken jämfört med när hästarna travade på den raka banan. Understödskvoten för alla benen var dock densamma oavsett lutning. Vid ökad hastighet på plant underlag sågs en minskning (signifikant) av bakbens understödskvot. När motsvarande försök gjordes på banan som lutade sågs en ökning av bakbens understödskvot. Denna ökning ansågs dock sakna klinisk signifikans.

Huvud- och halsposition (HNP)

I Svenska tävlingsreglementet för dressyr (TR II) står det att hästen ska vara på tygeln, med stadigt huvud och fritt buren hals. Nacken skall vara högsta punkt och nosen i eller något framför lodlinjen och hästen ska stödja lika på båda tyglarna. FEI vill att hästarna skall gå i så kallad relativ uppresning och beskrivs som den form som hästen ska uppvisas i under dressyrtävling. Halsens resning är kopplad till graden av samling, alltså desto högre klass desto högre resning av halsen enligt FEI, 2009.



Figur 1. *Relativ uppresning/tävlingsform.*

I en studie av Rhodin *et al.*, (2005) studerades åtta varmblodiga ridhästar i tävlingskondition på ett löpband, utan ryttare. Hästarna gick i tre olika HNP som åstadkoms med hjälp av inspänningstyglar, och studerades i både skritt och trav. Man kom fram till att inspänning av huvud- och halsposition förändrar ryggverksamheten och steglängden. När hästen hade huvudet och halsen i en hög position minskade böjningen och sträckningen av ryggen signifikant och steglängden minskade.

I ytterligare en studie av Rhodin *et al.*, (2009) studerades sju stycken svårklasshästar i dressyr under ryttare i trav. Hästarna reds i fem olika HNP som åstadkoms med antingen vanligt tränsbett eller med tränsbett och gramantygel. Hästarna studerades på löpband och hastigheten anpassades efter vad som var optimalt för varje häst vid aktuell HNP. Varje HNP bedömdes av en internationell dressyrdomare. De kunde påvisa en signifikant skillnad av rörelsemönstret när hästen reds på fri tygel i trav jämfört med när hästen gick i samlad trav. När hästen gick från att ha fri tygel till att gå i så kallad tävlingsform vinklades korset mer i belastningsfasen och vikten tenderade att flytta från framdelen till bakdelen. Hästarna reds även i en låg form med nosryggen bakom lodplan men det kunde inte påvisas några större skillnader jämfört med i tävlingsformen.

Waldern *et al.*, (2009) använde samma hästar som Rhodin *et al.*, (2009) för att se hur hästens HNP påverkar viktfordelningen mellan framben och bakben. Hästarna fick trava på ett löpband utan ryttare. Hästarna spändes in med inspänningstyglar i sex olika HNP, från att hästarna gick i fri form till att hästarna gick i tävlingsform eller låg form med nosen bakom lodplan. Hastigheten på löpbandet anpassades beroende på HNP. Då hastighet

signifikant påverkar kinetiska och kinematiska variabler (Clayton, 1994) samlades data från fria HNP i flera olika hastigheter för att kunna jämföras med de andra HNP's hastigheter. Den extremt höga formen med nosen märkbart framför lodplan hade störst påverkan på hästens hovförflyttning och viktfördelning. I tävlingsform, jämfört med den fria formen, minskade belastningsfasens längd medan svävningsfasen förlängdes. I alla HNP kunde positiv diagonal disassociation ses men mindre värden i de HNP där nacken var hög och nosen framför eller något bakom lodplan. Störst positiv diagonal disassociation sågs i den HNP där hästen reds i låg form.

Accelerometerteknik och lameness locator (LL)

Accelerometrar kan användas för kinematisk analys av hästens biomekanik (Back & Clayton, 2001). Accelerometerteknik är frekvent använt för att studera hästens rörelsemekanik. Trådlös sensorbaserad utrustning kan lätt implementeras i klinisk hältundersökning, eftersom det inte påverkar hästens rörelser, de kan lätt fästas på hästens kropp och de kräver inget kirurgiskt ingrepp. Om data insamlas trådlöst kan den analyseras fort med hjälp av algoritmer för detektion av asymmetri. Insamlad data blir mer objektiva än vid subjektiv hältbedömning och utvärderingen av mätningar över tid underlättas (Keegan *et al.*, 2011).

Accelerometrar mäter accelerationskraft, till exempel jordens accelerationskraft, kallad g-kraft. Den ger ifrån sig en elektrisk signal som är proportionell mot accelerationen som den utsätts för. Accelerometern fungerar på så att en tyngd är fäst i ett hölje. På grund av tyngdens motstånd kommer dragningskraften och/eller lägesförskjutningen mellan tyngden och höljet omvandlas till elektriska signaler. Accelerometrar har tidigare används i olika studier för att mäta till exempel stegfrekvens och understödsfrekvens. Fördelar med användningen av accelerometrar i studier med hästar är bland annat att de väger lite, är små, relativt diskreta och tåliga.

Equinosis Lameness locator (LL) är ett objektiva hältbedömningssystem som är till för att utreda belastningshältor. LL består av tre sensorer som fästs på hästen, två accelerometrar och en gyrometer. En accelerometer fästs på huvudet på hästen i detta fall på tränsets nackstycke, mitt i mellan hästens öron. Den mäter acceleration som uppstår vid vertikala rörelser av hästens huvud, alltså om hästen "nickar" med huvudet. Den andra accelerometern fästs på hästen kors. Accelerometern på korsen mäter acceleration i vertikala rörelser av hästens kors. Gyrometern fästs på kotbenet på höger fram (HF). Gyrometerna har ett roterande hjul som kan hålla sin rotationsriktning oavsett omgivningens rörelse. Med hjälp av signalen från gyrometern kan stegcykeln definieras. LL-instrumentet kan med hjälp av accelerometrarna och gyrometern relatera vertikala rörelsen av huvudet och korset till hästens stegcykel. Mätningarna förs via Bluetooth till en dator, som har en programvara för LL.

Syfte

Närmare studier av durationen av hästhovarnas belastningsfaser och svävningsfaser hos samma hästar under olika träningsförhållanden torde kunna bidra med kunskap och insikt om hur hästen travar, inklusive om variationer mellan hästens ben inom häst, och mellan olika hästar. Sådan kunskap kan på sikt öka förståelsen av hur hästen påverkas i olika träningssituationer, kanske främst med tanke på då rytturen samlar hästen. Hur hovarnas belastningsfaser och svävningsfaser påverkas av asymmetri är också en viktig fråga som på sikt kan belysa mekanik vid hälta. Därför är det av värde att ta hänsyn till hästens inneboende asymmetri då man studerar de olika benens belastnings- och svävningsfaser.

Syftet med denna studie var att studera durationen av hovarnas belastningsfas och svävningsfas hos hästar i trav, hur dessa ändras när hästen ändrar huvudposition, respektive rids eller framförs oridet och skillnaden mellan dessa då hästen framförs på böjt respektive rakt spår. Hältbedömningssystemet LL användes för att dokumentera hästarnas rörelseasymmetrier under studien. Hypotesen var att skillnader skulle föreligga mellan durationerna av hästarnas belastningsfaser och svävningsfaser då jämförelse gjordes med och utan ryttere.

Material och metod

Hästar, ryttere och etiskt tillstånd

Ryttarna valdes ut och tillfrågades eftersom de hade hästar som var utbildade till önskad utbildningsstatus (se nedan) samt av praktiska skäl, såsom tex avstånd, möjlighet och villighet att delta. I studien deltog fyra varmblodshästar. Hästarnas ålder var mellan 8-18 år gamla, de vägde 600 ± 50 kg (standardavvikelse) och mankhöjden var 168 ± 2 cm. Alla hästarna reds regelbundet sedan minst ett år tillbaka av rytturen som red hästarna i studien. Hästarna hade tävlat från Msv B, upp till Intermediaire 1 av dessa ryttere. Hästarna reds i sin egen utrustning. Alla hästar reds på träningsbrett.

Eftersom det inte förekom några invasiva metoder i detta försök krävdes inget etiskt tillstånd utan endast tillstånd av rytturen/ägaren av hästen.

Tabell 1: *Hästar som deltog i försöken.*

	Ålder	Kön	Far	Tävlat
Häst 1	8 år	Valack	Akinos	Msv B
Häst 2	18 år	Valack	Falco	Prix St:George
Häst 3	11 år	Sto	Looping	Msv B
Häst 4	16 år	Valack	Mid-West Ibi-Light	Intermediaire 1

Studiens genomförande

Mätningarna utfördes i tre olika ridhus. Varje häst studerades enbart i ett ridhus. Ridhusunderlagen bestod av sand och träflis/spån men i olika proportioner. På varje häst genomfördes mätningar som tog ca 4 timmar per häst inklusive montering av utrustning/instrument och väntetid. I genomsnitt blev det 31,5 mätningar per häst och varje mätning tog mellan 6-45 sekunder.

Genom randomisering avgjordes i vilken ordning hästarna longerades respektive reds. Hästarna studeras i trav, både ridna och utan ryttare vid hand eller under longering. Passage kunde bara studeras under ryttare. Hästarna fick trava på volter av två olika storlekar 10 m och 15 m i diameter. Volternas storlek var uppmätt med hjälp av måttband och koner markerade volternas utsträckning. De travade också på rakt spår, både med och utan ryttare. Raksträckan som hästarna travade mättes upp längs en långsida i ridhuset. Ryttarna instruerades att rida och longera med en jämn hastighet och ungefär lika snabbt vid ridning som utan ryttare. Hastigheten kontrollerades med tidtagning.

Travhastighet registrerades med tidtagning. Längden på en raksträcka uppmättes och volternas omkrets räknades ut så att hastigheten kunde räknas ut. På volterna utfördes varje experimentsituation i tre varv.

Raksträcka ca 20 m

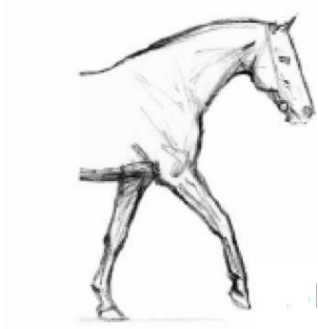
Volt ca 15 m i diameter

Volt ca 10 m i diameter

Två av hästarna började försöket utan ryttare och två började med ridning. För att få hästarna att gå i önskad huvud- och halsposition/ head and neck position (HNP), utan ryttare användes inspänningstyglar, som fästes i en longeringsgjord. I alla försök där ryttarna red travade de under nedsittning. I den fria positionen hade ryttaren så långa tyglar så att hästen själv kunde välja HNP.

Både ridna och utan ryttare studerades hästarna i sex olika HNP. Ordningen av HNP var slumpmässigt valt, genom lottdragning.

Figur 2. HNP som hästarna gick i var (illustrationer av Matthias Haab):



HNP 1. FRI. Naturlig huvudposition, hästen hade lång tygel



HNP 2. NORMAL/FEI. Högt hals och nosen strax framför lodplan.



HNP 4. LÅG. Huvudet och halsen framåt och nedåt.

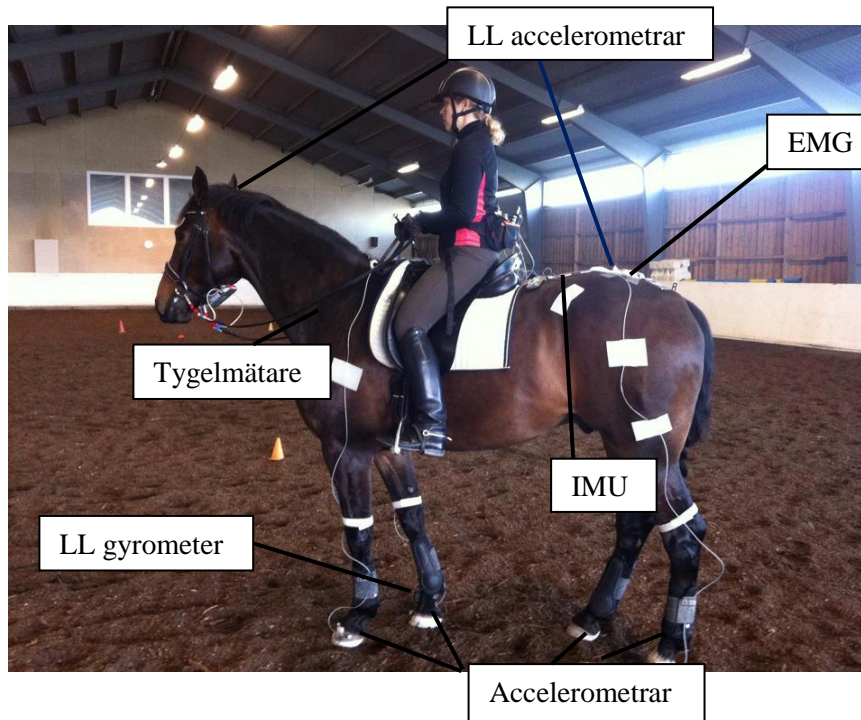


HNP 2 i samling (benämns senare som HNP 7). När hästen var i vad ryttaren kallade samling

HNP 2 i passage (benämns senare som HNP 8). När ryttaren ansåg att hästen rörde sig i passage

Mätningar

Hela försöket filmades från en vinkel utanför volten och på rakt spår från sidan. Protokoll fördes också förhand där tider, kommentarer, vilken huvudposition, riden/utan ryttare noterades.



Figur 3. En häst och ryttare som deltog i försöket iklädd all mätutrustning. Flera studenter skulle göra examensarbete, därför användes flera olika instrument.

Accelerometrar

Två enaxliga $\pm 250g$ accelerometrar (ADXL193, Analog Devices) fästes till varje hovs sidovägg med en metallfixtur. Accelerometrarna placerades vinkelrätt på fixturen i vertikala och längsgående (i linje med skon) riktning. Fixturen fästes vid hoven genom att använda ett polyuretan-hov-bindemedel (Equi-Thane Superfast, Vettec). Accelerometrar limmades till metallen med samma lim. Den extra vikten av material fäst vid varje hov var 22g. Elektriska ledningar från accelerometrar anslöts till en 14-bitars datalogg (datalogg MWX8, Biometrics AB) som bars av föraren i en midjeväska. Accelerometern loggade med 1000 datapunkter/sek. Signalen filtrerades med ett fjärde ordningens framåt-bakåt lågpäss Butterworth-filter med gränsfrekvens 400 Hz. Data exporterades till MATLAB för bearbetning.

Systembeskrivning av Lameness Locator (LL)

LL består av tre sensorer; två stycken accelerometrar och en gyrometer. Varje sensor väger 38 g och är ca 2,5x3,5x4 cm stora.

I detta försök fästes accelerometrar med vertikal riktning på tränsets nackstycke och på korsets högsta punkt mitt emellan de två tuber sacrale (se figur 2). Huvudets och korsets vertikala acceleration registrerades.

Gyrometern fästes dorsalt på kotbenet på höger framben. Signalen från denna användes för steguppdelening. Accelerometersignalen integrerades därefter i dubbla steg för att erhålla minimal och maximal vertikal position för respektive kroppsdel. Differenser mellan vertikal position för höger och vänster steg uträknades och användes som asymmetrimått. Programvaran räknade sedan ut medelvärden för dessa parametrar, som sedan användes i arbetet. För att enklare kategorisera de asymmetrier som sågs användes en skala som tidigare används i en studie av Hammarberg *et al.*, 2015. Som lindrig frambensasymmetri definierades 6-12 mm; som måttlig 12-18 mm och som kraftig >18 mm. Vad gäller bakbensasymmetri definierades lindrig som 3-6 mm, måttlig som 6-9 mm och kraftig som >9 mm.

Urval av data

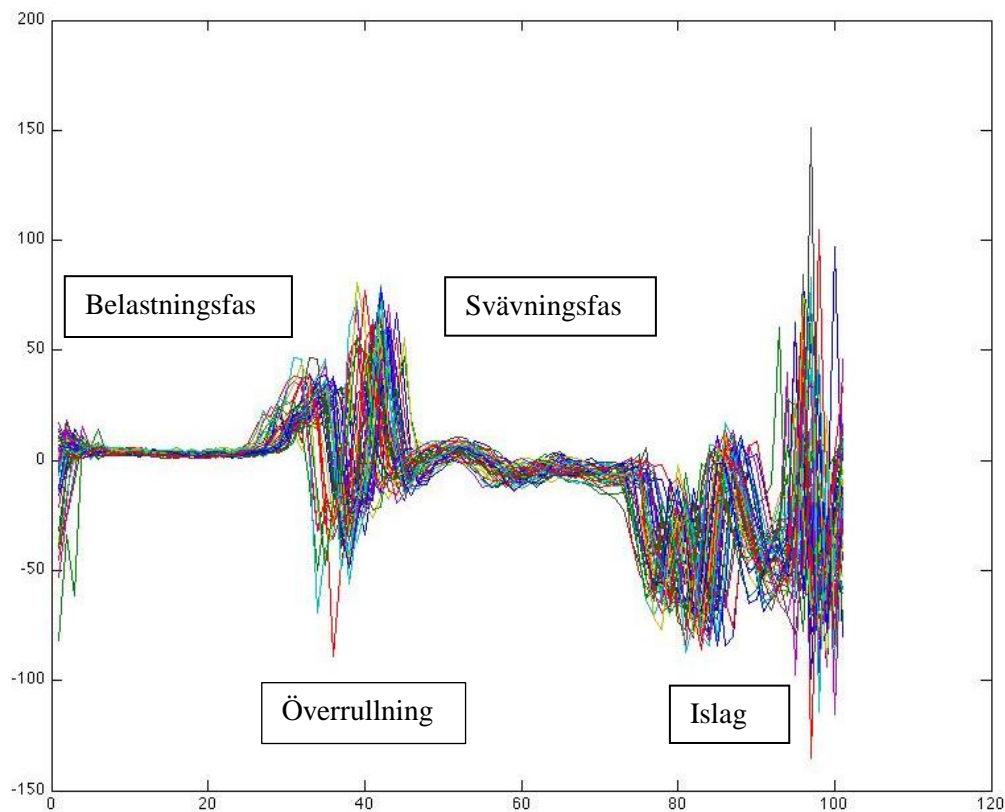
Urvalet av data som inkluderades i dataanalysen grundades dels på hur korrekt huvudpositionen på hästen uppfattades ha uppnåtts men även beroende på tekniska förutsättningar såsom att de system som användes fick signal registrerad.

Analys av data

Med hjälp av hovaccelerometersignalen detekterades hovarnas isättning och överrullningsfas. Med en programmeringsrutin identifierades därmed belastningsfaser och svävningsfaser i alla mätningar. Efter den mer automatiska proceduren kontrollerades varje steg manuellt med avseende på att de mest optimala tidsgränserna selekterats för belastnings- och svävningsfaser. Dessa data exporterade sedan till Microsoft Excel för slutbearbetning. Pivottabeller användes sedan för att kunna jämföra olika parametrar. Vid beräkningarna användes medianvärde för att eventuella felaktigt definierade durationer skulle ha enbart minimal betydelse.

Gradering av durationen av understödsfas och svävningsfas

Jag har graderat differensen mellan vänster och höger diagonal med avseende på duration av belastningsfas och svävningsfas som symmetrisk 0-10 ms; lindrig 10-20 ms, måttlig 20-30 ms och kraftigt >30 ms.

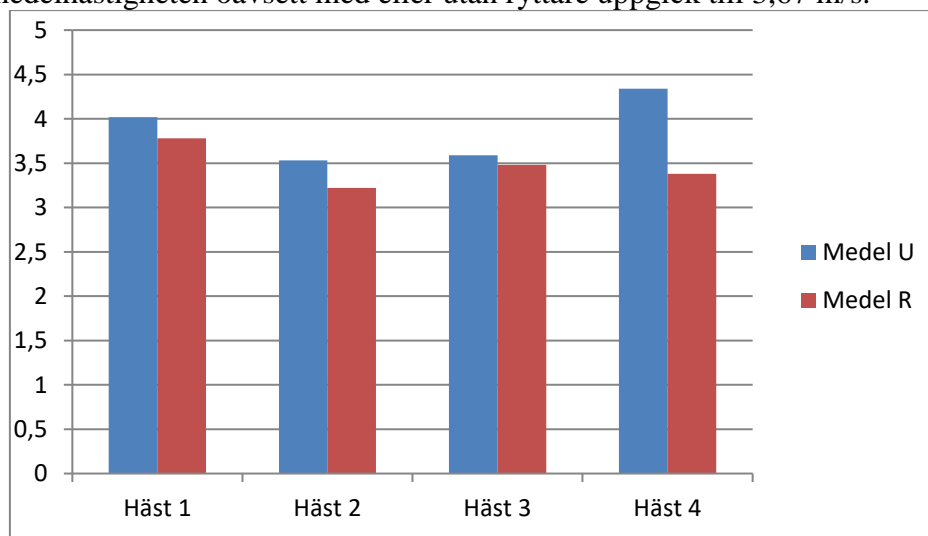


Figur 4. Bild från accelerometerdata som visar ett 'test' från en hov där alla stegen projicerats ovanpå varandra. X-axeln visar tidsnormaliserad data i 1-100% och på y-axeln m/s^2

Resultat

Hastighet

Alla fyra hästarna hade högre hastighet utan ryttare än med ryttare. Medelhastigheten utan ryttare var 3,87 m/s och med ryttare 3,47 m/s. Totala medelhastigheten oavsett med eller utan ryttare uppgick till 3,67 m/s.



Figur 5. Medelhastighet i meter per sekund (m/s) y-axeln och häst på x-axeln, R = med ryttare respektive U = utan ryttare. I genomsnitt gjordes 31,5 mätningar per häst.

Lameness Locator

Sammanlagt genomfördes 41 mätningar varav 23 utfördes under ryttare. Medelvärde respektive medianen för det totala antalet mätningar per häst var 10,25 respektive 11. Under ryttare uppgick dessa till 5,75 respektive 7 och utan ryttare 4,5 respektive 5,5. Antal steg per mätning sträckte sig mellan 6-21 (medelvärde 13 steg; median 12).

Tabell 2. Schematiskt resultat från Lameness Locator (LL) mätningar på rakt spår utan ryttare fördelat på olika huvud och halspositioner (HNP). Antal uppger totalt antal mätningar som gjorts med LL i angiven HNP. Siffra inom parentes, till exempel (2) motsvarar det antal mätningar av det totala antalet vilka var signifikanta för angiven asymmetri. HF = Höger fram, VF = Vänster fram, HB = höger bak, VB = vänster bak. (+) = lindrig asymmetri; (++) = måttlig asymmetri; (+++) = kraftig asymmetri.

Namn	HNP	Antal	Fram	Grad	Bak	Grad
Häst 1	1	2	0		0	
	2	2	HF (2)	(++)	HB (2)	(+)
	4	1	HF (1)	(++)	0	
Häst 2	1	2	HF (2)	(+++)	VB (2)	(++)
	2	1	HF (1)	(++)	0	
	4	1	HF (1)	(++)	VB (1)	(+)
Häst 3	1	3	0		VB (2)	(++)
	2	2	HF (1)	(+)	VB (2)	(++)
	4	1	0		VB (1)	(++)
Häst 4	1	1	VF (1)	(+++)	VB (1)	(+++)
	2	1	VF (1)	(+++)	VB (1)	(++)
	4	1	VF (1)	(+++)	VB (1)	(+++)

Samtliga hästar uppvisade asymmetri i fler än en mätning. I de fall multipla mätningar gjorts i samma HNP kunde resultaten skilja sig inom samma HNP, till exempel visade häst 3 asymmetri höger framben (HF) i en av de två mätningarna i samma HNP.

Duration av understödsfas

Tabell 3. Median av duration av understödsfas rakt spår med och utan ryttare. (R=riden; U=utan ryttare; Diff samma=skillnaden i duration av understödsfas mellan höger och vänster fram på rakt spår inom riden respektive utan ryttare grupp; Diff r/u =skillnaden mellan de olika grupperna för diff samma; Diff r/u ben=skillnaden med och utan ryttare fördelat per ben; Negativt tal i kolumn "Diff samma" innebär en längre duration av understödsfas VF och negativt tal i kolumn "Diff r/u" och "Diff r/u ben" innebär en större skillnad utan ryttare jämfört med ryttare. Ett positivt tal motsvarar alltså en större duration hos HF alternativt en större duration när hästen reds. Enheten för samtliga siffror är ms.

Häst	Riden	Medel				Diff samma		Diff r/u		Diff r/u ben			
		VF	HF	VB	HB	Fram	Bak	Fram	Bak	VF	HF	VB	HB
1	R	205	209	208	207	4	-1	-41	-16	15	56	29	45
	U	190	153	179	162	-37	-17						
2	R	207	236	209	214	29	5	23	6	-4	19	8	14
	U	211	217	201	200	6	-1						
3	R	227	224	231	218	-3	-13	-3	-3	9	12	10	13
	U	218	213	221	205	-6	-16						
4	R	177	185	193	178	8	-15	13	-24	-17	-6	-16	9
	U	195	191	209	169	-5	-39						

Rakt spår

Under ryttare sågs hos häst 1 en måttligt längre medianduration av understödsfasen för HF riden jämfört med utan ryttare. En annan häst visade utan ryttare en kraftigt längre duration av understödsfas för vänster framben (VF) jämfört med riden. Värdena för de övriga två hästarna bedömdes för frambenen vara inom intervallet normal variation (differensen mellan de två frambenen <10 ms). I de fall en kraftig till måttlig asymmetri förelåg mellan frambenen i medianduration av understödsfas sågs ingen koppling mellan häst med eller utan ryttare.

För bakbenen påvisades under ryttare en lindrigt längre duration av understödsfasen för vänster bakben (VB) hos två av hästarna (häst 3 och 4). Utan ryttare uppvisade häst 4 en kraftig differens mellan de två bakbenen >30 ms och två hästar (häst 1 och 3) lindrigt längre understödssfaser för bakbenen. Samtliga dessa var på VB. Två ridna (häst 1 och 2) och häst 2 utan ryttare låg inom normal variation för bakbensasymmetri och bedömdes symmetriska. Den kraftiga asymmetrin som förelåg i bak hos häst 4 utan ryttare bedömdes som lindrig under ryttare.

Differensen av medianduration av understödsfasen för de individuella benen med eller utan ryttare visar en möjlig koppling hos de ipsilaterala benparen, det vill säga HF/HB och VF/VB. Durationen av understödsfasen är hos dessa benpar inom samma storleksmässiga gradering hos 3 av 4 hästar. Till exempel ses på häst 2 och 3 ingen stor skillnad med och utan ryttare för VF och VB men en lindrigt längre duration HF och HB under ryttare. Häst 4 visar en lindrig längre duration VF och VB utan ryttare jämfört med riden. Ingen skillnad med och utan ryttare ses på HF och HB hos denna häst.

Vidare ses hos häst 1 längre mediandurationer av understödsfaserna under ryttare jämfört med oriden på samtliga ben jämfört med övriga hästar. Asymmetrin varierar i grad mellan benen hos denna häst. Övriga tre hästar visar lindrigare skillnader med eller utan ryttare. I vissa fall kan en variation mellan benen förekomma på samma häst.

Tabell 4. *Medianduration av understödsfasen på volt med och utan ryttare. (R=riden, U=utan ryttare, h=höger varv, v=vänster varv, Diff h/v=skillnaden mellan höger och vänster varv riden och utan ryttare; IF=inner fram; YF=ytter fram; IB=inner bak; YB=ytter bak; Diff r/u=skillnaden mellan de olika grupperna för diff h/v; vänster varv/utan ryttare=negativt tal; höger varv/riden=positivt tal). Enheten för samtliga siffror är ms.*

			Medel				Diff h/v				Diff h/v mellan r/u			
Häst	Riden	Varv	VF	HF	VB	HB	IF	YF	IB	YB	IF	YF	IB	YB
1	R	h	209	194	213	197	-5	6	-6	-11	-33	-17	-18	-4
		v	199	215	203	202								
	U	h	162	173	173	173	27	23	12	-7				
		v	146	185	161	166								
2	R	h	268	229	248	211	19	-34	9	-33	42	-22	31	-14
		v	210	234	202	215								
	U	h	216	206	208	190	-23	-12	-23	-19				
		v	229	204	213	189								
3	R	h	237	251	251	255	9	11	5	-9	12	15	15	4
		v	242	248	250	242								
	U	h	201	195	214	197	-3	-4	-10	-13				
		v	198	197	207	201								
4	R	h	241	235	232	233	46	-16	5	-39	31	-12	-13	-31
		v	189	225	228	193								
	U	h	163	165	176	181	14	-4	17	-8				
		v	151	159	163	168								

Longering

Häst 1 har en måttligt längre medianduration av understödsfasen hos HF jämfört med VF i båda varven när den longeras utan ryttare. Denna asymmetri ses inte under ryttare. Även häst 2 uppvisar en måttlig längre medianduration av understödsfas för ett framben (VF) i vänster varv utan ryttare. Under ryttare visar två hästar kraftig asymmetri mellan frambenen, en på HF i höger varv och en på HF i vänster varv. Båda dessa hästar ändras mellan varven till en lindrigt längre medianduration av understödsfasen på det andra frambenet.

För bakbenen ses på häst 2 och 4 en kraftigt längre medianduration av understödsfasen på VB i höger varv under ryttare. Denna kraftiga asymmetri kan inte ses utan ryttare. En av dessa hästar uppvisade utan ryttare en måttligt längre medianduration av understödsfasen på VB i vänster varv (häst 2). Resterande hästar hade antingen en lindrig asymmetri eller var inom

gränserna för att kategoriseras som symmetriska mellan varven på inner bakben (IB) respektive ytter bakben (YB).

När skillnaden mellan YB respektive IB jämförs mellan då hästarna rids och utan ryttare är det bara två hästar som har lika lång medianduration av understödsfas med och utan ryttare och då endast på YB.

Duration av svävningsfas

Rakt spår

En av fyra hästar (häst 3) var symmetrisk eller visade endast en lindrig asymmetri vid jämförelse mellan fram- respektive bakbenen med eller utan ryttare. Samma häst visade ingen skillnad mellan fram- och bakben för medianduration av svävningsfas under ryttare jämfört med utan ryttare. Däremot sågs en något längre medianduration av svävningsfas under ryttare, jämfört med utan ryttare, då man studerade de olika benen. Övriga tre hästar visade större variation i medianduration av svävningsfas.

Tabell 5. *Medianduration av svävningsfas på rakt spår med och utan ryttare. (R=riden; U=utan ryttare; Diff rakt=skillnaden mellan höger och vänster fram på rakt spår inom riden respektive utan ryttare; Diff r/u =skillnaden mellan riden och utan ryttare för diff rakt; Diff r/u ben=skillnaden med och utan ryttare fördelat per ben; VF/utan ryttare=negativt tal, HF/riden=positivt tal). Enheten för samtliga siffror är ms.*

Häst	Riden	Medel				Diff rakt		Diff rakt r/u		Diff rakt r/u ben			
		VF	HF	VB	HB	Fra m	Bak	Fra m	Bak	VF	HF	VB	HB
1	R	622	619	616	618	-3	2	-36	-14	54	18	41	27
	U	568	601	575	591	33	16						
2	R	618	588	617	610	-30	-7	25	4	19	-6	10	0
	U	599	594	607	610	-5	3						
3	R	567	567	561	573	0	12	-8	-4	21	13	18	13
	U	546	554	543	560	8	17						
4	R	566	555	548	561	-11	13	-4	-28	-21	-39	-27	-55
	U	587	594	575	616	7	41						

Tabell 6. Medianduration av svävningsfas på volt med och utan ryttare. (R=riden; U=utan ryttare; h=höger varv; v=vänster varv; Diff h/v=skillnaden mellan höger och vänster varv på riden och utan ryttare; IF=inner fram; YF=ytter fram; IB=inner bak; YB=ytter bak; Diff r/u=skillnaden mellan de olika grupperna för diff h/v; vänster varv/utan ryttare=negativt tal; höger varv/riden=positivt tal). Enheten för samtliga siffror är ms.

Häst	Riden	Varv	Medel				Diff h/v				Diff h/v mellan r/u			
			VF	HF	VB	HB	IF	YF	IB	YB	IF	YF	IB	YB
1	R	h	592	605	588	604	-1	1	2	19	-26	-12	-13	7
		v	606	593	602	607								
	U	h	588	582	579	580	-27	-13	-15	12				
		v	609	575	595	591								
2	R	h	600	641	620	659	33	-12	39	-14	5	3	10	-1
		v	608	588	620	606								
	U	h	601	616	615	633	28	9	29	15				
		v	588	610	604	630								
3	R	h	599	583	586	582	31	-48	28	-26	-1	32	-11	16
		v	562	551	554	560								
	U	h	581	592	573	591	32	-16	39	-10				
		v	560	565	552	563								
4	R	h	621	627	624	624	42	-58	75	-55	39	54	67	53
		v	585	563	549	569								
	U	h	593	593	582	577	-3	-4	-8	-2				
		v	596	589	585	580								

Longering

Häst 4 bedöms som symmetrisk, lika i båda varven, det vill säga har en differens <10, symmetrin ses utan ryttare. Samma häst visar en kraftig skillnad mellan de olika varven under ryttare. När en differens föreligger på inner fram mellan de olika varven uppvisar HF en längre svävningsfas i majoriteten av fallen. Differensen för ytterbenet i medianduration av svävningsfas i höger och vänster varv var i 8 av 16 fall lindrig och i 4 av 16 fall symmetrisk mellan varven.

HNP

Samtliga hästar mättes i HNP 1, 2, 4 och 7. Häst 4 mättes i HNP 8. Medel var totalt 6,6 mätningar för samtliga HNP. Fördelat på HNP var medelantalmätningar 10,3 (HNP 1), 12,5 (HNP 2), 2,5 (HNP 4), 2,3 (HNP 7). Vidare var medel "range" för antal steg fördelat på HNP: 36 (HNP 1), 40 (HNP 2), 12,5 (HNP 4), 14,8 (HNP 7).

Tabell 7. Medel av mediandurationen av svävningsfas (ms) i olika HNP på rakt spår. Tabellen inklusive antal mätningar i de olika HNP (tester) och "range" av antal steg i de olika mätningarna (steg). Diff rakt = skillnaden mellan HF och VF samt HB och VB. Negativt tal = VF/VB; positivt tal = HF/HB.

Namn	HNP	Tester	Steg	Medel				Diff rakt	
				VF	HF	VB	HB	Fram	Bak
1	1	10	6-41	169	187	178	181	18	3
	2	12	5-46	176	177	185	180	1	-5
	4	2	5-8	191	165	175	158	-26	-17
	7	4	5-7	228	225	230	218	-3	-12
2	1	12	4-47	220	228	210	210	8	0
	2	10	10-51	229	212	218	197	-17	-21
	4	2	9-11	207	248	209	220	41	11
	7	1	39	205	189	195	182	-16	-13
3	1	13	6-47	221	230	224	224	9	0
	2	16	7-49	220	214	230	215	-6	-15
	4	3	10-37	212	206	230	200	-6	-30
	7	2	9-45	221	225	226	233	4	7
4	1	6	7-32	162	180	179	173	18	-6
	2	12	7-43	190	183	193	185	-7	-8
	4	3	8-26	186	210	210	185	24	-25
	7	2	25-46	210	206	216	215	-4	-1
	8	3	17-37	235	261	280	239	26	-41

Tabell 8. Medel av medianduration av understödsfas (ms) i olika HNP på rakt spår. Tabellen inklusive antal mätningar i de olika HNP (tester) och "range" av antal steg i de olika mätningarna (steg). Diff rakt = skillnaden mellan HF och VF samt HB och VB. Negativt tal = VF/HB; positivt tal = HF/HB.

Namn	HNP	Steg	Tester	Medel				Diff rakt	
				VF	HF	VB	HB	Fram	Bak
1	1	10	6-41	604	586	592	592	-18	0
	2	12	5-46	587	588	579	585	1	6
	4	2	5-8	566	594	584	597	28	14
	7	4	5-7	627	631	623	637	4	14
2	1	12	4-47	610	605	623	625	-5	2
	2	10	10-51	596	612	606	629	16	23
	4	2	9-11	620	576	618	603	-44	-15
	7	1	39	561	586	582	588	25	6
3	1	13	6-47	571	562	569	568	-9	-1
	2	16	7-49	562	570	553	570	8	17
	4	3	10-37	583	589	565	594	6	29
	7	2	9-45	557	547	552	548	-9	-4
4	1	6	7-32	585	565	567	574	-20	7
	2	12	7-43	588	597	585	594	9	9
	4	3	8-26	588	564	568	587	-24	19
	7	2	25-46	624	625	605	612	1	7
	8	3	17-37	605	607	566	572	2	6

Medianduration av understödsfas

Häst 3 uppvisade en symmetri i medianduration av understödsfas (tabell 8) mellan frambenen i samtliga HNP. Samma häst visade dock en lindrigt längre medianduration av understödsfas VB jämfört med HB i HNP 2 och en kraftig längre medianduration av understödsfas VB jämfört med HB i HNP 4. Resterande hästar visar en variation i medianduration av understödsfas mellan de olika HNP. Graden av asymmetrin varierar och i vissa fall växlar asymmetrin mellan HF och VF- respektive bakben på samma häst.

Jämförelse mellan understöds och svävningsfas

Vid jämförelse av durationerna för understöds- och svävningsfas (tabell 8 och tabell 7) ses i samtliga mätningar i HNP 1, 2, 4 och 7, att där en lindrig till kraftig asymmetri mellan HB och VB föreligger med avseende på medianduration av understödsfas även en asymmetri i medianduration av svävningsfas. Dock föreligger denna asymmetri på andra bakbenet det vill säga i det fall en asymmetri förekommer både i medianduration av understödsfas samt svävningsfas kommer den inte ses på samma bakben utan växla från HB till VB samt från VB till HB.

Understödkvot

I beräkningar av understödkvot ses endast minimala skillnader oavsett vilka parametrar vi jämfört som till exempel med eller utan ryttare, volt storlek/rakt spår eller HNP. Ingen variation i understödkvot kan påvisas.

Diskussion

Det gick inte att påvisa någon påtaglig eller systematisk skillnad i resultaten för duration av svävningsfas och understödsfas med avseende på HNP. Den största anledningen till studiens resultat i detta avseende torde vara att antalet hästar var få och en systematisk statistisk analys svår att utföra. Den individuella variationen förefaller också vara påtaglig, och om en stor variation önskas studeras bör gärna ännu fler hästar ingå. Att systematiska resultat var svåra att utläsa kan också bero på flera faktorer relaterade till försöksupplägget, det var till exempel svårt att få hästen att gå i de olika HNP. Bedömningen om i vilken HNP hästen gick var subjektiv då den avgjordes av rytteren. Det var slumpmässigt bestämt innan försöken i vilken ordning hästarna skulle gå i de olika HNP. Beroende på hur hästarna är tränade kan det vara svårt att få dem att gå i en viss HNP exempelvis i början av passet. Eftersom mätningarna pågick längre än ett "vanligt" ridpass var uppvärmningen ganska kort vilket också gjorde det svårt att börja med vissa HNP för ekipagen. Exteriören av hästen verkar också påverka vilken HNP hästen föredrar att gå i vilket gjorde att HNP 2 och HNP 4 inte alltid skiljde sig tillräckligt.

I studierna som Weishaupt *et al.*, (2006) och Chateau *et al.*, (2013) genomförde hade hästarna generellt längre duration av understöds- och svävningsfas men i dessa studier hade hästarna lägre hastighet än i denna studie. I studien av Weishaupt *et al.*, (2006) gjorde de mätningarna i olika hastigheter för olika HNP men den högsta medelhastigheten var 3,15 m/s. I vår studie var medelhastigheten med ryttere 3,47 m/s, vilket kan förklara varför hästarna i denna studie visade kortare duration av understöds- och svävningsfas.

I denna studie kunde ingen skillnad ses på understötskvot, oavsett riden/utan ryttere, på volt/rakt spår eller i någon av de olika HNP. Hastigheten verkar vara det som påverkar understötskvot mest, (Dutto *et al.*, 2004; Gambaryan, 1974) detta kan bidra till att påtaglig skillnad i resultatet beroende på HNP inte kunde påvisas. Hastighetsskillnaden mellan riden och utan ryttere kan ha varit för liten för att påverka understötskvoten i detta försök.

En faktor som kan störa försöksupplägget i en studie som denna är asymmetri eller hälta hos de studerade hästarna. I denna studie utfördes LL undersökningen i samband med att de andra försöken genomfördes. Samtliga hästar uppvisade asymmetri i fler än en mätning. På grund av detta är det svårt att avgöra om andra faktorer påverkar storleken av asymmetri, såsom HNP. För att bättre kunna avgöra vilka faktorer som påverkar rörelsemönster bör man använda hästar som är så symmetriska som möjligt. Enligt rekommendationer vid användning av LL ska minst 25 steg ingå i en mätning. Vi hade färre steg i de flesta av våra mätningar vilket försvårar bedömningen. Dessutom rekommenderas att mätningarna görs på ett hårt underlag. Våra mätningar gjorde på ett mjukt underlag vilket också kan ha påverkat resultatet. Dock ses tydliga asymmetrier hos vissa hästar vilka är genomgående i olika HNP. Man bör också beakta att LL är ett verktyg för att studera hälta hos häst med misstänkt hälta, och det och de gränsvärden man använder är inte validerade för att utesluta hälta hos hästar som anses friska

av djurägare/tränare, även om det använts för att utröna detta i forskningssyfte (Rhodin *et al.*, 2017)

Hastigheten bestämdes med hjälp av uppmätta sträckor på rakt- och voltspår och ett tidtagarur. Enligt Farley *et al.*, (1993) påverkar hastigheten rörelsemönstret hos hästen och i denna studie travade alla hästarna snabbare utan ryttare än med ryttare. För mer exakta hastighetsmätningar krävs GPS eller elektronisk tidtagning. Vidare bör raksträckan mätas upp med laser och voltens storlek och form skulle bli mer exakt med en longeringsring (cirkulär bana med staket). Formen på voltens var svår att reglera. Detta påverkar voltstorleken och därmed även hästens lutning vilken enligt Clayton och Sha (2006) påverkas av voltens.

Som Clayton och Sha (2006) kom fram till så lutar sig hästen inåt när de travar på volt. De och Rhodin *et al.*, (2016) visade också att när friska hästar travar på volt så rör de sig asymmetriskt. Detta är kanske något som skulle påvisats även i denna studie om hästarna hade varit symmetriska på rakt spår för en mer direkt jämförelse med det böjda spåret. Om hästen visar asymmetri på rakt spår kommer denna asymmetri förstärkas eller synas mindre när den går på volt, beroende vilket varv hästen går i och vilket ben hästen är asymmetrisk på. Detta gör det svårt att utvärdera resultatet från fyra hästar i grupp.

Enligt Back *et al.*, (1995) studie visar hästar olika respons i deras rörelseapparat beroende på vilken typ av träning hästen utsätts för. I deras studie var hästarna ridna några månader och de såg redan skillnad på en tränad och en icke tränad häst. Hästarna i denna studie har tränats under ryttare i många år varpå det är möjligt att deras svar på träningen har förändrat ännu fler parametrar i hästarnas rörelsemönster. Münz *et al.*, (2014) kom fram till att ryttaren är en av de främsta faktorerna som påverkar hästens rörelse under uppsatt arbete. Även Licka *et al.*, (2004) påvisade att ryttarens erfarenhet påverkar hästens rörelsemönster. Om en liknande studie som denna ska genomföras igen vore det fördelaktigt att ha en och samma ryttare på alla hästarna eller flera olika ryttare på samma häst och att hästarna är ridna/tränade ungefär lika.

Studiens begränsning

Data samlades in från fem hästar men endast fyra av hästarna gav fullständiga data p.g.a. tekniska problem med mätutrustningen hos en häst. (Därför räknades denna häst ej in i studien- och har helt uteslutits ur materialet). I framtida studier där liknande parametrar ska bedömas skulle det vara fler hästar som deltar så att det går att få signifikanta värden på mätningarna. Antal steg var relativt få vid varje enskild mätning vilket gör att enstaka steg kan ge väldigt stort utslag på resultatet, framför allt vid mätningar med LL.

Underlagets uppfattades som olika i de tre ridhusen. Ryttare pratar mycket om hur underlaget påverkar hästens rörelsemönster. Det är svårt att avgöra hur mycket påverkan de olika underlagen hade på resultatet i denna studie. Förutom de faktorer som tidigare diskuterats, vore det även bra att hästarna testades på samma underlag och eventuellt på flera olika underlag.

Hovaccelerometrarna är relativt enkla att använda och är ett bra verktyg i denna typ av studie. Den typen av accelerometer vi använde var ej trådlös (som LL är) vilket hade underlättat arbetet vid försöken. Vid denna typ av undersökning genererade mätningarna stora mängder data som var tidskrävande att bearbeta. Om detta skall göras mer rutinmässigt skulle det underlätta om man utvecklat mjukvara där data kunde bearbetas.

Två av hästarna hade måttlig ipsilateral asymmetri. Som Keegan (2011) kom fram till så skulle då troligen frambensasymmetrin vara kompensatorisk. Om en häst vill avlasta exempelvis VB så kommer den att lägga mera vikt på HF. Detta ger då intrycket att hästen avlastar VF då huvudet höjs när VF belastas jämför med när HF belastas. En av hästarna visar en diagonal asymmetri. Detta kan vara som Uhlir *et al.*, (1997) bekräftade i sin tes att en frambenshätta ger en falsk kompensatorisk hälta i det kontralaterala bakbenet.

En begränsning av slutsatserna som kan dras från materialet är att jämförande statistik ej användes på grund av det låga antalet hästar.

Slutsats

Den vertikala asymmetrimätningen från huvud och kruppa, oridet framförda på ridhusunderlag, visade värden där hästarna kunde bedömas som relativt asymmetriska jämfört med normalpopulationen, trots att dessa hästar var fungerande tävlingshästar. Tre av fyra hästar uppvisade generellt en längre understödsfas ridet än oridet, vilket är i linje med vad tidigare studier funnit där ridet och oridet jämförts. Samma tre hästar uppvisade också en längre svävningsfas riden, vilket är något mer förvånande. Dock när resultaten från böjt spår med och utan ryttare beaktades var inte dessa resultat längre lika konsekventa inom varje häst. Noteras bör att den exakta hastigheten för de olika situationerna ej redogjorts. Resultaten från denna studie var delvis svåra att tolka på grund av att; antalet hästar var få, att hästarna var relativt asymmetriska och så många jämförelser genomfördes. Detta gör att mer definitiva slutsatser gällande de ursprungliga hypoteserna är svårare att dra. Studierna var dock användbara för att testa metoderna och arbetet kan användas för att utforma framtida studier på ett mer optimalt sätt.

Litteraturförteckning

- Attrell, B., Björnhag, G., Dalin, G., Furugren, B., Philipsson, J., Planck, C., Rundgren, M. 1994. Hästens biologi, utfodring och avel.
- Back, W., Clayton, H.M. (2001). Equine Locomotion. WB Saunders. Pp 61-69, 156-157.
- Back, W., Hartman, W., Schamhardt, H.C., Bruin, G., Barneveld, A. 1995. Kinematic response to a 70 day training period in trotting Dutch Warmbloods. Equine Veterinary Journal Suppl. 18, 127-131.
- Bexelius, E. 2003 Hästen i Sverige. Nationella Stiftelsen för Hästhållningens Främjande.
- Chateau, H., Camus, M., Holden-Douilly, L., Falala, S., Ravary, B., Vergari, C., Lepley, J., Denox, J.M., Pourcelot, P., Crevier-Denoix, N. (2013) Kinetics of the forelimb in horses circling on different ground surfaces at the trot. The Veterinary Journal. 198: Suppl 1:e20–6. pmid:24511634
- Clayton, H.M. 1994. Comparison of the stride kinematics of the collected, working, medium and extended trot in horses. Equine Veterinary Journal 26 (3), 230-234.
- Clayton, H. M., Sha, D. H. 2006. Head and body center of mass movement in horses trotting on a circular path. Equine Veterinary Journal, supplement 36, 462-467
- Deuel, N.R., Park, J.J. 1990. The gait pattern of olympic dressage horses. International Journal of Sport Biomechanics 6, 198-226.
- Drevemo, S., Dalin, G., Fredricson, I., Hjertén, G. 1980. Equine locomotion: 1. The analysis of linear and temporal stride characteristics of trotting Standardbreds. Equine Veterinary Journal 12, 60-65.
- Dutto, D.J., Hoyt, D.F., Cogger, E.A., Wickler, S.J. 2004. Ground reaction forces in trotting up an incline and on the level over a range of speed. The Journal of Experimental Biologists 207, 3507-3514.
- Egenvall, A., Penell, J.C. Bonnett, B.N., Olson, P., Pringle, J. 2006. Mortality of Sweden horses with complete life insurance between 1997 and 2000- variation with sex, age, breed and diagnosis. Veterinary Record 158, 397-406.
- Farley, C.T., Glasheen, J., McMahon, T.A. 1993. Running springs: speed and animal size. The Journal of Experimental Biology 185, 71-86.
- Gambaryan, P. P. 1974. How Animals Run. New York: Halstead Press, Wiley and Sons.
- Hammarberg, M., Egenvall, A., Pfau, T., Rhodin, M. 2015. Rater agreement of visual lameness assessment in horses during lungeing. Equine Veterinary Journal 48, 78-82.
- Hinchcliff, K.W., Geor, R.J., Kaneps, A.J. 2008. Equine exercise physiology. Elsevier, China

- Holmström, M., Fredricson, I., Drevemo, S. 1994. Biokinematic differences between riding horses judged as good and poor at the trot. *Equine Veterinary Journal* Suppl. 17, 51-56.
- Johansson D., Andersson, H., Hedberg, A. 2004. Hästnäringens samhällsekonomiska betydelse i Sverige. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (SLU/Ekon: 155). SLU –EKON-R—155—SE.
- Kaneene, J.B., Ross, W.A., Miller, R.A. 1997. The Michigan equine monitoring system. II. Frequencies and impact of selected health problems. *Preventive Veterinary Medicine* 29, 277-292.
- Keegan, K.G., Kramer, J., Yonezawa, Y., Maki, H., Pai, P.F., Dent, E.V., Kellerman, T.E., Wilson, D.A., Reed, S.K. 2011. Assessment of repeatability of a wireless inertial sensor-based system for horses. *American Journal of Veterinary Research* 72, 1156-1163.
- Kelmer, G., Keegan, K., Kramer, J., Wilson, D., Pai, P., Singh, P. 2005. Computerassisted kinematic evaluation of induced compensatory movements resembling lameness in horses trotting on a treadmill. *American Journal Veterinary Research* 66, 646-655.
- Leach, D. H., Ormrod, K., Clayton, H.M. 1984. Standardised terminology for the description and analysis of equine locomotion. *Equine Veterinary Journal* 16, 522-528.
- Licka, T., Kapaun, M. & Peham, C. 2004. Influence of rider on lameness in trotting horses. *Equine Veterinary Journal*, 36: 734-736.
- Lucidi, P., Bacco, G., Stico, M., Mazzoleni, G., Benvenuti, M., Bernabo, N., Trentini, R. 2013. Assessment of motor laterality in foals and young horses (*Equus caballus*) through analysis of derailment at trot. *Physiology & Behavior*, 109: 8-13.
- Morales, J.L., Miro, F. 1998. Temporal and linear kinematics in elite and riding horses at the trot. *Journal of Equine Veterinary Science* 18, 835-839.
- Münz, A., Eckardt, F. & Witte, K. (2014). Horse-rider interaction in dressage riding. *Human Movement Science*, 33: 227-237.
- Penell, J.C., Egenvall, A., Bonnett, B.N., Olson, P., Pringle, J. 2005. Specific causes of morbidity among Swedish horses insured for veterinary care between 1997 and 2000. *Veterinary Record* 157, 470-477.
- Rhodin, M., Alvarez, C.B.G., Byström, B., Johnston, C., van Weeren, P.R., Roepstorff, L., Weishaupt, M.A. 2009. The effect of different head and neck positions of the caudal back and hindlimb kinematics in the elite dressage horse at trot. *Equine Veterinary Journal* (Supplement 34), 349-352.
- Rhodin, M., Johnston, C., Roethlisberger Holm, K., Wennerstrand, J., Drevemo, S. 2005. The influence of head and neck position on kinematics of the back in riding horses at the walk and trot. *Equine veterinary journal* 37, 7-11.

- Rhodin, M., Roepstorff, L., French, A., Keegan, K.G., Pfau, T., Egenvall, A. 2016. Head and pelvic movement asymmetry during lungeing in horses with symmetrical movement on the straight. *Equine veterinary journal* 48, 315-320.
- Rhodin, M., Egenvall, A., Haubro Andersen, P., Pfau, T. 2017. Head and pelvic movement asymmetries at trot in riding horses in training and perceived as free from lameness by the owner. *Plos one*, 12, no. 4
- Ross, W. M. 2003. Lameness in horses: basic facts before starting. I: Ross, W. M. & Dyson, J. S., *Lameness in the horse*. ST. Louis: Saunders, 3-4.
- Ross, W. M. 2003. Movement. I: Ross, W. M. & Dyson, J. S., *Lameness in the horse*. ST. Louis: Saunders, 62-66.
- Sandgren, B., Linde Sandgren, V. 2008. Skade asymmetri hos sporthästar - diagnos, behandling, konvalescens. Upplaga 1. Stockholm: travsportens Centralförbund
- Stashak, T.S. (Ed.) (2002) Examination of lameness. In: Adams' *Lameness in Horses*, 5th edn., Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia. pp 161-162.
- Tävlingsreglementet (TR II). 2012
- Uhlir, C., Licka, T., Kubber, P., Peham, C., Scheidl, M., Girtler, D. 1997. Compensatory movements of horses with a stance phase lameness. *Equine veterinary Journal Suppl.* 23, 102-105.
- Weishaupt, M.A., Wiestner, T., Hogg, H.P., Jordan, P., Auer, J.A., Barrey, E. 2001. Assessment of gait irregularities in the horse; eye vs. Gait analysis. *Equine Veterinary Journal* Volume 33, 135-140.
- Weishaupt, M.A., Wiestner, T., von Peinen, K., Waldern, N., Roepstorff, L., van Weeren, R., Meyer, H. and Johnston, C. 2006. Effect of head and neck position on vertical ground reaction forces and interlimb coordination in the dressage horse ridden at walk and trot on a treadmill. *Equine vet. J.*, Suppl. 36, 387-392.
- Waldern, N.M., Wiestner, T., von Peinen, K., Gómez Alvarez, C.G., Roepstorff, L., Johnston, C., Meyer, H., Weishaupt, M.A. 2009. Influence of different head-neck positions on vertical ground reaction forces, linear and time parameters in the unriden horse walking and trotting on a treadmill. *Equine Veterinary Journal* 41, 268-273.
- Wallin, L., Strandberg, E., Philipsson, J., Dalin, G. 2000. Estimates of longevity and causes of culling and death in Swedish warmblood and coldblood horses. *Livestock production Science* 63, 275-289.

Internet

- Jordbruksverket. 2016. Access [2017-08-29].
<https://jordbruketisiffror.wordpress.com/2017/02/02/355-000-hastar-i-sverige-2016/>
- FEI. 2009. Access [2012-01-10].
<http://www.horsesport.org/disciplines/dressage/rules>
- Ridsportförbundet. 2011. Access [2012-01-12].
<http://www3.ridsport.se/Svensk-Ridsport/Statistik/>

Ridsportförbundet. 2017. Access [2017-08-29].
<http://www.ridsport.se/RidklubbRidskola/Ridskola/>

Figurer

Figur 1: Veronica Abrahamsson

Figur 2: Matthias Haab

Figur 3: Tove Månsson

Figur 4: Tove Månsson